

① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 100 16 435 A 1

⑤ Int. Cl. 7:  
F 01 P 7/04  
F 01 P 5/04

⑳ Aktenzeichen: 100 16 435.8  
㉔ Anmeldetag: 1. 4. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 18. 10. 2001

DE 100 16 435 A 1

㉑ Anmelder:  
Deere & Company, Moline, Ill., US  
  
㉒ Vertreter:  
derzeit kein Vertreter bestellt

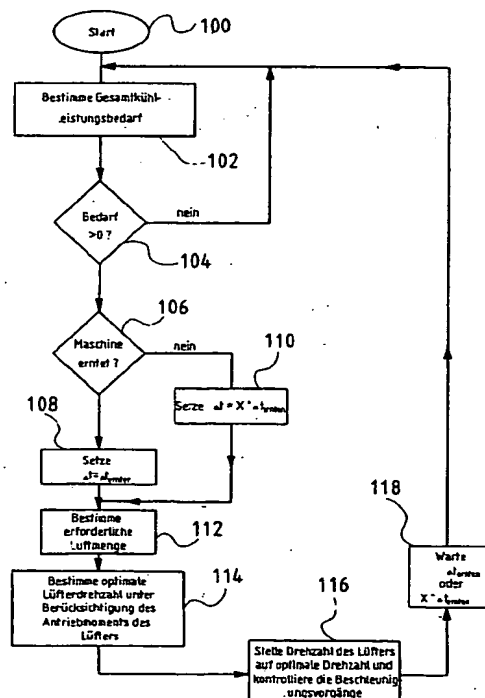
㉓ Erfinder:  
Weber, Konrad, 66780 Rehlingen-Siersburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

㉔ Lüftungseinrichtung

㉕ Die Erfindung bezieht sich auf eine Lüftungseinrichtung eines insbesondere landwirtschaftlichen Fahrzeugs, das einen Motor (10) und eine Kühleinrichtung (12) aufweist, mit der der Motor (10) und/oder weitere zu kühlende Aggregate in einer Wärme übertragenden Verbindung stehen, wobei die Lüftungseinrichtung einen Lüfter (20) mit einem Lüfterantrieb (18), durch den der Kühleinrichtung (12) Umgebungsluft zuführbar ist, und eine mit dem Lüfterantrieb (18) verbundene Steuerung (26) aufweist, die zur Steuerung der Förderrate des Lüfters (20) eingerichtet ist. Es wird vorgeschlagen, dass die Steuerung (26) eingerichtet ist, den Lüfterantrieb (18) unter Berücksichtigung des jeweiligen Bedarfs der Kühleinrichtung (12) an Umgebungsluft und des Antriebsleistungsbedarfs des Lüfters (20) in einer möglichst energiesparenden Betriebsweise zu betreiben.



DE 100 16 435 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lüftungseinrichtung eines insbesondere landwirtschaftlichen Fahrzeugs, das einen Motor und eine Kühleinrichtung aufweist, mit der der Motor und/oder weitere zu kühlende Aggregate in einer Wärme übertragenden Verbindung stehen, wobei die Lüftungseinrichtung einen Lüfter mit einem Lüfterantrieb, durch den der Kühleinrichtung Umgebungsluft zuführbar ist, und eine mit dem Lüfterantrieb verbundene Steuerung aufweist, die zur Steuerung der Förderrate des Lüfters eingerichtet ist.

[0002] Aus der US 4 828 088 A ist eine Lüftungseinrichtung zur Verwendung in Lastwagen oder Automobilen bekannt geworden, bei der eine Steuerung mit Sensoren für die Temperatur des Fahrzeugmotors und die jeweilige Fahrgeschwindigkeit versehen ist. Mittels einer Viscose-Kupplung wird die Drehgeschwindigkeit eines Ventilators derart eingestellt, dass der Motor hinreichend gekühlt wird, aber ein möglichst geringer Energiebedarf und eine geringe Lärm-entwicklung erzielt werden.

[0003] In der US 5 584 371 A ist eine ähnliche Lüftungseinrichtung offenbart. Hier wird die Geschwindigkeit eines Lüfters anhand der Kühlmitteltemperatur und der Drehzahl des Motors gesteuert. Im normalen Betriebsbereich ist die Drehzahl des Lüfters proportional zur Drehzahl des Motors.

[0004] Im Bereich selbstfahrender Erntemaschinen ist eine Tendenz zu immer höheren Motorleistungen zu beobachten. Da die Fahrgeschwindigkeit dieser Maschinen während des Ernteprozesses oft sehr niedrig und die Motordrehzahl vergleichsweise hoch ist, müssen geeignete Maßnahmen zur Deckung des Kühlleistungsbedarfs getroffen werden. Zudem muß Kühlleistung für eine Vielzahl anderer Systeme bereitgestellt werden. Daher wird die abzuführende Wärmeleistung in der Regel durch die Luftförderleistung großer Lüfter zur Verfügung gestellt.

[0005] Da bekannte Regeleinrichtungen für die Drehzahl der Lüfter sich beispielsweise wegen hoher Schaltfrequenzen und unkontrollierter Beschleunigungsvorgänge in der Praxis nicht bewährt haben, finden derzeit in der Regel starre Lüfterantriebe Verwendung. Der Leistungsbedarf von Lüftern steigt aber in der Regel quadratisch mit der Antriebsdrehzahl und erreicht bei hohen Motordrehzahlen je nach Lüftertyp bis zu 10% der gesamten Motorleistung. In vielen Fällen, wie beispielsweise bei Straßenfahrten – die bis zu 30% der Maschineneinsatzzeit ausmachen können – wird aber nur ein Teil dieser Lüfterleistung wirklich benötigt, so dass der Energieverbrauch der Erntemaschine unnötig hoch ist.

[0006] Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird darin gesehen, eine verbesserte Lüftungseinrichtung bereitzustellen.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Lehre des Patentanspruchs 1 gelöst, wobei in den weiteren Patentansprüchen Merkmale aufgeführt sind, die die Lösung in vorteilhafter Weise weiterentwickeln.

[0008] Die erfindungsgemäße Steuerung berücksichtigt zwei wesentliche Größen als Eingangsparameter: den Bedarf der Kühleinrichtung an Umgebungsluft und den Antriebsleistungsbedarf des Lüfters. Anhand dieser Parameter wird die Förderrate des Lüfters derart eingestellt, dass er in einer möglichst energiesparenden, aber den Kühlbedarf deckenden Betriebsweise betrieben wird. Erfindungsgemäß wird also von der Steuerung zusätzlich zum Bedarf der Kühleinrichtung an Umgebungsluft auch die Antriebsenergie des Lüfters berücksichtigt. Insbesondere ermöglicht die Steuerung, die Beschleunigungsvorgänge des Lüfters kontrolliert auszuführen.

[0009] Auf diese Weise erhält man eine energiesparend ar-

beitende Lüftungseinrichtung, die den Kraftstoffverbrauch und die Betriebskosten des Fahrzeugs senkt. Auch die störenden Geräusche des Lüfters, beispielsweise bei Straßenfahrten, sind auf ein notwendiges Maß abgesenkt. Durch die Steuerung wird es möglich, einen Lüftertyp auf Fahrzeugen verschiedener Maximalleistungen einzusetzen, da sie die Förderrate des Lüfters dem jeweiligen Bedarf entsprechend steuert. Dadurch erübrigen sich die Anzahl verschiedener Teile, die bei der Produktion verschiedener Fahrzeuge bereitzustellen sind.

[0010] Die Steuerung berücksichtigt insbesondere das fördermengenabhängige Lastmoment des Lüfters, d. h. den Zusammenhang zwischen dem Antriebsmoment (bzw. der Antriebsleistung) und der jeweils geförderten Luftmenge. Außerdem wird das Trägheitsmoment des Lüfter berücksichtigt, was der Energie zum Beschleunigen des Lüfters auf die der jeweiligen Fördermenge entsprechenden Drehzahl entspricht. Die Steuerung wird somit mit einer Information beaufschlagt, wieviel Energie das Beschleunigen des Lüfters auf eine bestimmte Drehzahl (entsprechend einer bestimmten Fördermenge) erfordert. Auf diese Weise erreicht man, dass die "Kosten" einer Änderung, insbesondere Anhebung, der Förderrate des Lüfters beim Festlegen der Förderrate des Lüfters Berücksichtigung finden. Unnötige Drehzahländerungen, die den Lüfter und den Lüfterantrieb auch mechanisch beanspruchen, werden somit auf ein Mindestmaß herabgesetzt. Auch die Verlustmomente des Lüfters können berücksichtigt werden; sie werden in der Regel durch Reibung bzw. Schlupf bedingt. Durch die energiesparende Wahl der Förderrate erreicht man außerdem, dass sich der Motor nicht wegen der für den Lüfter zu erbringenden Antriebsleistung unnötig erwärmt.

[0011] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die Steuerung den Bedarf der Kühleinrichtung für einen vorbestimmten Zeitraum berechnet, und den Lüfterantrieb für diesen Zeitraum auf eine konstante Förderrate einstellt. Ein geeignetes Zeitintervall ist beispielsweise eine Minute.

[0012] Um den jeweiligen Bedarf der Kühleinrichtung an Umgebungsluft zu bestimmen, kann die Steuerung mit einem oder mehreren Sensoren verbunden sein. Auf diese Weise kann die Temperatur der Umgebungsluft, die Temperatur eines Kühlmittels der Kühleinrichtung, die Temperatur eines Hydraulikfluids und die Drehzahl des Motors gemessen werden. Weiterhin kann die Drehzahl bzw. Förderrate des Lüfters gemessen werden, um sie mit dem von der Steuerung berechneten Sollwert vergleichen und gegebenenfalls nachregeln zu können.

[0013] Die Steuerung kann mit einer unscharfen Logik ausgestattet sein. Derartige Logiken sind an sich bekannt und erzeugen Zugehörigkeitsfunktionen für eine oder mehrere Eingangsvariable der Steuerung und ermitteln anhand eines Regelwerks Ausgangswerte, mit denen die Förderrate des Lüfters eingestellt wird.

[0014] Es bietet sich an, die Förderrate kontinuierlich, d. h. stufenlos variierbar zu gestalten, obwohl auch eine stufenweise Einstellung denkbar wäre, die z. B. mit einem Getriebe mit mehreren Übersetzungsstufen realisierbar ist. Zur stufenlosen Einstellung der Förderrate bieten sich hydraulische Antriebe oder sogenannte CVT-Getriebe (Continuous Variable Transmission) an. Letztere sind aus dem Automobilbereich bekannt und weisen einen Treibriemen auf, der um zwei Riemenscheiben umläuft. Eine der Riemenscheibe ist konisch und der Treibriemen ist auf ihr seitlich verstellbar angeordnet. Ein hydraulischer Antrieb besteht aus einer Pumpe mit einstellbarer Förderleistung und einem hydraulischen Motor. Es ist auch die Verwendung einer Viscose-Kupplung denkbar, wie sie in den oben genannten US-Patentschriften beschrieben sind.

[0015] In den Zeichnungen ist ein nachfolgend näher beschriebene Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt:

[0016] Fig. 1 eine Schema einer erfindungsgemäßen Lüftungseinrichtung; und

[0017] Fig. 2 ein Flußdiagramm, nach dem die Steuerung arbeitet.

[0018] Die in Fig. 1 dargestellte Lüftungseinrichtung kann an einer Baumaschine oder einem landwirtschaftlichen Fahrzeug verwendet werden, wie einem selbstfahrenden Feldhäcksler, Mährescher oder Traktor. Ein als Verbrennungsmotor ausgestalteter Motor 10 des Fahrzeugs, der in der Regel der Hauptmotor ist und zum Vortrieb des Fahrzeugs dient, ist mit einer Kühleinrichtung 12 durch eine Kühlmittelzuführleitung 14 und eine Kühlmittelrückführleitung 16 verbunden. Das in den Kühlmittelleitungen 14, 16 zirkulierende Kühlmittel ist beispielsweise Wasser. Der Motor kann weitere Aggregate antreiben, wie beispielsweise Gutbearbeitungseinrichtungen (z. B. Dresch- oder Häcksel-einrichtungen), und/oder eine Klimaanlage. Die Abwärme dieser Aggregate kann durch die Kühleinrichtung 12 oder eine zusätzliche, in der Nähe der Kühleinrichtung 12 angeordnete Kühleinrichtung an die Umgebungsluft abgeführt werden.

[0019] Der Kühleinrichtung 12 wird durch eine Lüftungseinrichtung, die einen propellerförmigen Lüfter 20, einen Lüfterantrieb 18 und eine Steuerung 26 für den Lüfterantrieb 18 aufweist, Umgebungsluft zugeführt. Die Umgebungsluft durchströmt bzw. umströmt die Kühleinrichtung 12 und führt die Abwärme des Motors 10 an die Umgebung ab. Falls weitere Kühleinrichtungen zur Abfuhr der Abwärme der oben genannten, zusätzlichen Aggregate vorhanden sind, wird auch ihnen durch den Lüfter 20 Umgebungsluft zugeführt. Der mechanische Antrieb des Lüfters 20 erfolgt über eine mit dem Motor 10 verbundene Welle 24, die mit dem Lüfterantrieb 18 verbunden ist. Der Lüfterantrieb 18 ist durch die Steuerung 26 über eine Steuerleitung 28 elektronisch fernsteuerbar und legt die Drehzahl und somit Förderrate des Lüfters 20 fest. Der Lüfterantrieb 18 kann in Form einer steuerbaren Viscose-Kupplung oder eines mechanischen CVT-Getriebes realisiert werden, so dass die Förderrate des Lüfters stufenlos zwischen einem Stillstand und einem Maximalwert variierbar ist. Der Lüfterantrieb 18 ist durch eine weitere Welle 22 mit dem Lüfter 20 verbunden.

[0020] Die Steuerung 26 weist insgesamt fünf Eingänge auf. Ein erster Eingang 30 ist mit einem Sensor 40 verbunden, der am Lüfterantrieb 18 angeordnet ist und die Drehzahl des Lüfters 20 erfasst. Der Eingang 30 dient zur Kontrolle, ob die von der Steuerung 26 festgelegte Drehzahl des Lüfters eingehalten wird, und kann im Fehlerfall dazu dienen, dem Bediener des Fahrzeugs einen entsprechenden Hinweis zu geben. Alternativ oder zusätzlich kann der am Eingang 30 anliegende Wert als Rückkopplungswert zur Regelung der Drehzahl des Lüfters 20 dienen.

[0021] Der zweite Eingang 32 der Steuerung 26 ist mit einem Sensor 42 zur Erfassung der Drehzahl des Motors 10 verbunden. Der dritte Eingang 34 ist mit einem Sensor 44 zur Erfassung der Umgebungslufttemperatur verbunden, der in der Regel in der Nähe des Lüfters 20 stromauf von ihm angeordnet sein wird. Der vierte Eingang 36 der Steuerung 26 ist mit einem Sensor 46 verbunden, der die Temperatur des in einer vom Motor 10 angetriebenen Hydraulikanlage umlaufenden Hydraulikfluids erfasst. Schließlich ist der fünfte Eingang 38 der Steuerung 26 mit einem Sensor 48 verbunden, der die Temperatur des die Kühlmittelleitungen 14, 16 durchlaufenden Kühlmittels des Motors 10 erfasst. Die Steuerung 26 wird somit mit Informationen über drei

Temperaturen und die Drehzahl des Hauptmotors 10 versorgt. Denkbar wäre außerdem, einen Temperatursensor am Austritt der Kühleinrichtung 12 anzuordnen und mit der Steuerung 26 zu verbinden, um die Temperatur der Luft, die an der Kühleinrichtung 12 vorbeigeströmt ist, zu messen. Ein weiterer mit der Steuerung 26 verbundener Sensor kann feststellen, ob das Fahrzeug auf einer Straße bewegt wird oder sich im Erntebetrieb befindet. Dieser Sensor kann den Betriebszustand einer Gutbearbeitungseinrichtung, z. B. einer Dresch- oder Häcksel-einrichtung, erfassen. Im Erntebetrieb ist die erforderliche Kühlleistung in der Regel größer, was beim Steuern des Lüfterantriebs 18 berücksichtigt werden kann.

[0022] Anhand des in Fig. 2 dargestellten Flußdiagramms wird die Funktionsweise der Steuerung im folgenden näher erläutert.

[0023] Nach dem Start in Schritt 100 (beispielsweise nach dem Anlassen des Motors 10) wird in Schritt 102 der Gesamtkühlleistungsbedarf bestimmt. Dieser setzt sich aus den Kühlanforderungen der Teilsysteme (hier: Motor 10 und Hydraulikanlage) zusammen. Der Gesamtbedarf ist die Summe der Kühlleistungsanforderungen der Teilsysteme. Anhand der Temperatur des Kühlmittels (Sensor 48 am Eingang 38), der Temperatur des Hydraulikfluids (Sensor 46 am Eingang 36), und der in der Steuerung 26 in einem Speicher abgelegten Soll- oder Maximaltemperaturen für das Kühlmittel und das Hydraulikfluids wird zunächst jeweils die Differenz aus der vorhandenen Temperatur und der Solltemperatur berechnet. Ist die Differenz null oder negativ, ist keine Kühlung erforderlich, der Lüfter 20 kann stehen bleiben. Daher wird in Schritt 104 eine entsprechende Abfrage durchgeführt; falls der Bedarf nicht größer als null ist, folgt wieder Schritt 102, anderenfalls Schritt 106.

[0024] In Schritt 106 erfolgt eine Abfrage, ob die Maschine erntet. Dazu kann ein geeigneter, in Fig. 1 nicht eingezeichneter Sensor den Betriebszustand einer Gutbearbeitungseinrichtung (Häcksel- oder Drescheinrichtung) oder die Stellung eines entsprechenden Schalters, mit dem die Gutbearbeitungseinrichtung gesteuert wird, erfassen. Erfolgt kein Erntevorgang, folgt Schritt 108, in dem der Parameter  $\Delta t$ , der die Zeitspanne festlegt, in dem die Soll- oder Maximaltemperatur erreicht werden soll, auf den vordefinierten Wert  $\Delta t_{\text{Ernten}}$  gesetzt wird. Wird in Schritt 106 festgestellt, dass geerntet wird, folgt Schritt 110, indem der Parameter  $\Delta t$  auf den Wert  $x \cdot \Delta t_{\text{Ernten}}$  gesetzt wird. Der Parameter  $x$  ist wählbar und wird in der Regel kleiner als 1 sein, da die Verlustleistung des Motors beim Ernten größer als bei der Straßenfahrt sind, und deshalb schneller die erforderliche Kühlleistung bereitgestellt werden muss. Es sind aber auch Fälle denkbar, in denen  $x$  größer als 1 ist.

[0025] Anschließend wird in Schritt 112 anhand der Temperaturdifferenzen und der Umgebungslufttemperatur (Sensor 44 am Eingang 34) die zu fördernde Luftmenge bestimmt, die erforderlich ist, um die Temperaturdifferenz auszugleichen. Bei diesem Schritt 106 kann es zweckmäßig sein, die Temperatur der Umgebungsluft vor dem Lüfter 20 und die Temperatur der Luft zu messen, die an der Kühleinrichtung 12 vorbeigeströmt ist. Auf diese Weise kann – unter Berücksichtigung der bekannten Förderrate des Lüfters 20 – die Menge jeweils abgeführter Wärme als Funktion der Temperatur des Kühlmittels und der Umgebungslufttemperatur bestimmt werden. Daraus kann die Luftmenge, die erforderlich ist, eine bestimmte Wärmemenge aus der Kühleinrichtung 12 abzuführen, bestimmt werden. Kennt man die Temperaturen und die zur Abfuhr einer bestimmten (Einheits-) Wärmemenge erforderliche Umgebungsluftmenge, ist es unproblematisch, die jeweils erforderliche Umgebungsluftmenge auszurechnen. Es wäre auch denkbar,

in der Steuerung eine mathematische Funktion oder eine Kennlinie bzw. Tabelle abzuspeichern, in der als Parameter die jeweiligen Temperaturen des Motors und des Hydraulikfluids und der Umgebungslufttemperatur (bzw. die Differenzen) abgespeichert sind, und die eine Information über die jeweils zu fördernde Umgebungsluftmenge enthält. Auf diese Weise wird die vom Lüfter 20 bereitzustellende Luftmenge bestimmt. Die Luftmenge wird durch folgende Gleichung festgelegt:

$$\Delta V(\omega)/\Delta t = M/(\rho \Delta t);$$

wobei V das Volumen und  $\Delta V$  dessen Änderung,  $\omega$  die Kreisfrequenz des Lüfters, M die Luftmasse,  $\rho$  die Dichte der Luft und  $\Delta t$  die Zeit ist, in der die Wärmemenge abzuführen ist.

[0026] Im nachfolgenden Schritt 114 wird die optimale Lüfterdrehzahl bestimmt. Bekannt ist in der Regel der Zusammenhang zwischen Drehzahl und Förderrate. Er kann durch Polynome mathematisch angenähert werden. Bei einer gegebenen Zeit  $\Delta t$ , in der die in Schritt 112 berechnete erforderliche Luftmenge bereitgestellt werden soll, kann die Drehzahl somit unproblematisch bestimmt werden. Der Wert  $\Delta t$  ist dabei von grundlegender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Lüftungseinrichtung, da die Drehzahl des Lüfters 20 um so größer sein wird, je kleiner  $\Delta t$  ist, da dann die Luftmenge in kürzerer Zeit bereitzustellen ist. Wird er zu klein gewählt, ist die Wirtschaftlichkeit der Lüftungseinrichtung nicht mehr gegeben, ist er zu groß, wird die Drehzahl zu klein gewählt, und es dauert zu lange, bis die gewünschten Temperaturen erreicht werden. Es wird vorgeschlagen, den Parameter  $\Delta t$  z. B. mit dem Wert 60 Sekunden zu belegen, was bedeutet, dass die errechnete Kühlenergie in 60 Sekunden bereitgestellt werden soll. In der Steuerung 26 kann  $\Delta t$  jedoch frei wählbar gehalten werden.

[0027] Im Schritt 114 wird die Wirtschaftlichkeit des Betriebs des Lüfters 20 berücksichtigt. Sein Antriebsmoment setzt sich aus dem tatsächlichen Lüfterlastmoment (abhängig von der Lüfterdrehzahl und somit der geförderten Luftmenge), dem Lüfterträgheitsmoment (relevant für Beschleunigungsvorgänge) und der Summe unterschiedlicher Verlustmomente zusammen:

$$\tau = P(\omega)/\omega + J \cdot d\omega/dt + \tau_{\text{Verluste}};$$

wobei  $\tau$  das Antriebsmoment des Lüfters, P das durch das Fördern der Luft resultierende Lastmoment,  $\omega$  die Kreisfrequenz des Lüfters 20, J sein Trägheitsmoment und  $\tau_{\text{Verluste}}$  die hauptsächlich durch Reibung bedingten (konstanten) Verlustmomente sind.

[0028] Daraus lässt sich ableiten, dass im Hinblick – auf eine wirtschaftliche Antriebsregelung abrupte Beschleunigungsvorgänge möglichst zu vermeiden sind. Das Antriebsmoment kann durch die Steuerung 26 mathematisch anhand entsprechender Gleichungen (oder Tabellen) ermittelt werden; alternativ ist auch die Verwendung eines entsprechenden Sensors an einer der Wellen 22 oder 24 denkbar. Es ist also anzustreben, die in Schritt 114 berechnete Lüfterdrehzahl möglichst gering, aber auch möglichst konstant zu wählen.

[0029] In Schritt 116 wird die Drehzahl des Lüfters auf die errechnete Drehzahl eingestellt. Dabei werden eventuelle Beschleunigungsvorgänge durch die Steuerung kontrolliert durchgeführt. Nach Schritt 118, in dem die Zeit  $\Delta t$  abgewartet wird, folgt wieder Schritt 102. Die dargestellte Steuerung 26 erlaubt auch Drehzahlverminderungen des Lüfters (bei dauernd negativem Bedarf), und korrigiert in den Schritten 112, 114 die Drehzahl dementsprechend nach unten.

[0030] Anzumerken ist, dass in der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der Erfindung die beim Beschleunigen oder Verzögern des Lüfters entstehenden Änderungen der geförderten Luftmengen nicht berücksichtigt werden. Letzteres kann aber auch in der Ausführungsform nach Fig. 2 vorgesehen sein.

[0031] Die Steuerung 26 kann die Schritte 102 bis 118 mittels einer unscharfen Logik (Fuzzy-Regler) durchführen, da ein klassisches lineares Regelsystem eine große Rechenleistung erfordern würde. Die unscharfe Logik hat die den Schritten 104 und 108 entsprechenden mathematischen Gleichungen zur Grundlage.

#### Patentansprüche

1. Lüftungseinrichtung eines insbesondere landwirtschaftlichen Fahrzeugs, das einen Motor (10) und eine Kühleinrichtung (12) aufweist, mit der der Motor (10) und/oder weitere zu kühlende Aggregate in einer Wärme übertragenden Verbindung stehen, wobei die Lüftungseinrichtung einen Lüfter (20) mit einem Lüfterantrieb (18), durch den der Kühleinrichtung (12) Umgebungsluft zuführbar ist, und eine mit dem Lüfterantrieb (18) verbundene Steuerung (26) aufweist, die zur Steuerung der Förderrate des Lüfters (20) eingerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (26) eingerichtet ist, den Lüfterantrieb (18) unter Berücksichtigung des jeweiligen Bedarfs der Kühleinrichtung (12) an Umgebungsluft und des Antriebsleistungsbedarfs des Lüfters (20) in einer möglichst energiesparenden Betriebsweise zu betreiben.
2. Lüftungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (26) das fördermengeabhängige Lastmoment, das Trägheitsmoment und in der Regel die Verlustmomente des Lüfters (20) berücksichtigt.
3. Lüftungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (26) den Bedarf der Kühleinrichtung (12) an Umgebungsluft für einen vorbestimmten Zeitraum bestimmt, und den Lüfterantrieb (18) für diesen Zeitraum auf eine konstante Förderrate des Lüfters (20) einstellt.
4. Lüftungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (26) mit Sensoren (40–48) für die Umgebungslufttemperatur und/oder die Temperatur eines Kühlmittels der Kühleinrichtung (12) und/oder die Temperatur eines Hydraulikfluids und/oder die Drehzahl des Motors (10) und/oder die Drehzahl bzw. die Förderrate des Lüfters (20) und/oder für einen Erntebetriebsmodus verbunden ist.
5. Lüftungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung eine unscharfe Logik aufweist, die Zugehörigkeitsfunktionen für eine oder mehrere Eingangsvariable der Steuerung erzeugt und nach einem Regelwerk Ausgangswerte ermittelt, mit denen die Förderrate des Lüfters (20) eingestellt wird.
6. Lüftungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderrate des Lüfters (20) kontinuierlich variierbar ist.
7. Lüftungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lüfter (20) durch einen hydraulischen Antrieb und/oder durch ein CVT-Getriebe des Lüfterantriebs (18) ange-

trieben wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

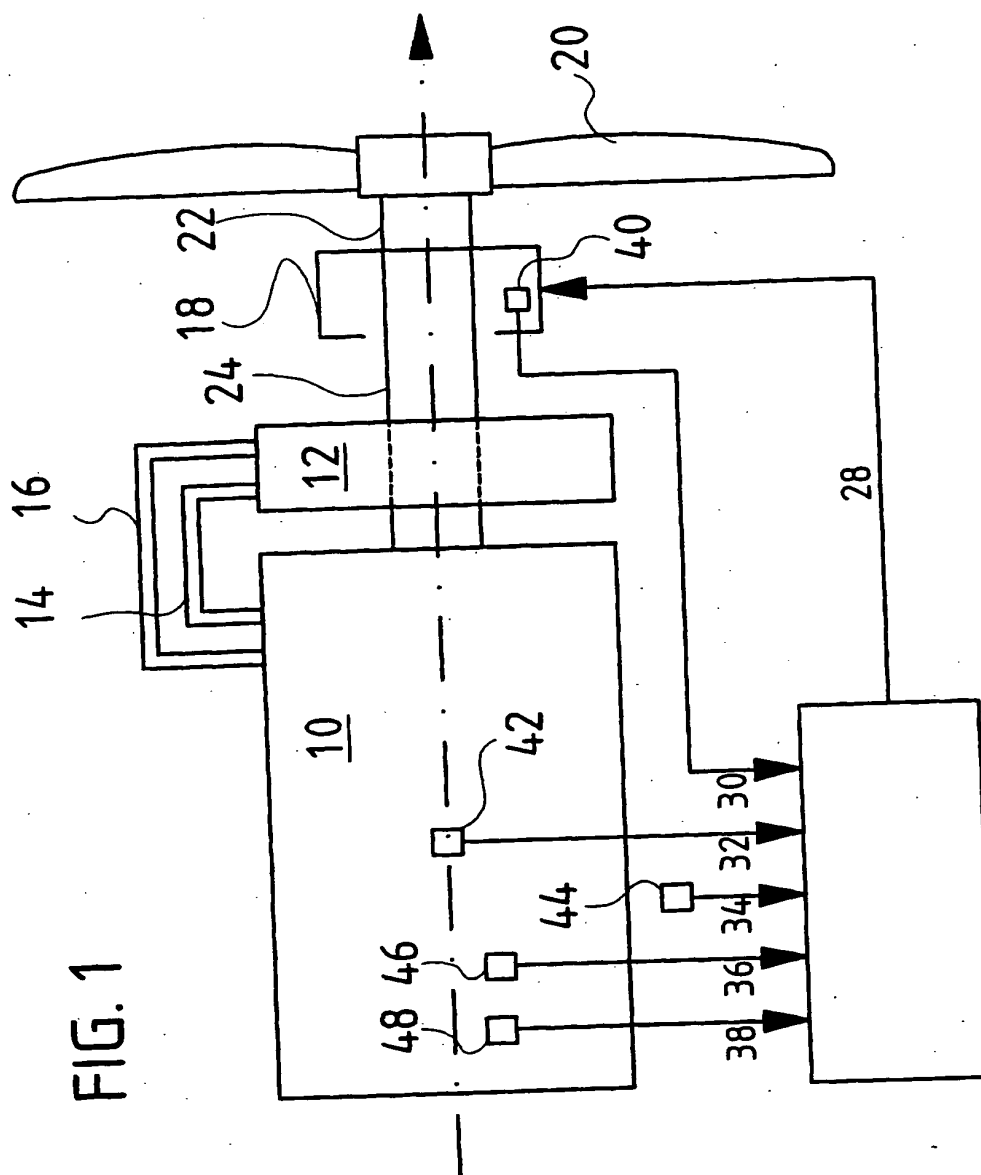


FIG. 2

